

Compte-rendu

Projet TASSILI 2012

« Impact environnemental de l'élevage camelin dans le Sahara septentrional »



Bernard Faye

Du 14 au 21 octobre 2012

CIRAD-ES 2012

Tous droits de traduction, de reproduction par tous procédés,
de diffusion et de cession réservés pour tous pays.

AUTEUR : B. FAYE

ACCÈS au DOCUMENT :
Service Documentation du CIRAD

ORGANISME AUTEUR :
CIRAD

ACCÈS à la RÉFÉRENCE du DOCUMENT :
Libre

ETUDE FINANCÉE PAR :
Ministère des Affaires Etrangères

REFERENCE : CMEP 09mdu754

AU PROFIT DE : Université de Ouargla (Algérie)

TITRE : Impact environnemental de l'élevage camelin dans le Sahara septentrional

TYPE D'APPROCHE DATE et LIEU de PUBLICATION :
Compte-rendu mission, Octobre 2012 Montpellier- France

PAYS ou RÉGIONS CONCERNÉS : Algérie

MOTS-CLEFS : Sahara, élevage, camélidés, Algérie, environnement

RÉSUMÉ :

Le projet TASSILI (2009-2012) qui porte sur l'évaluation de l'impact des systèmes d'élevage camelin sur l'environnement saharien est en phase finale. Le décalage entre le « temps du projet » et celui de la soutenance des thèses fait que les conclusions finales ne seront pas disponibles à la fin de l'année, mais l'essentiel des travaux a été réalisé sur le terrain. La présente mission a été consacrée (i) à donner une conférence sur la rédaction d'articles scientifiques devant environ 200 étudiants et professeurs de l'université de Ouargla, (ii) à analyser les données collectées par les doctorants. La valorisation par des publications poursuit son cours et il est notable que le partenariat va se poursuivre au-delà de la fin du projet, ne serait-ce que pour participer aux soutenances prévues.

SOMMAIRE

1 - Rappel des objectifs du projet TASSILI.....	1
2 - Résultats acquis.....	2
2-1. La caractérisation nutritive des parcours sahariens.....	2
2-2. La détermination du régime alimentaire du dromadaire à travers les épidermes de ses fèces	2
2-3. Le rôle du dromadaire dans la préservation du couvert floristique de ses parcours.....	3
2-4. La caractérisation phénotypique des principales populations camelines algériennes	3
2-5. Les changements dans l'usage des parcours.....	3
3 - Etat d'avancement des thèses	3
3-1. Thèse de Mlle Hafida TRABELSI : Rôle du dromadaire dans la régénération et la prolifération de la couverture floristique des parcours du Sahara septentrional algérien	3
3-2. Thèse O. BEKHIR : Caractérisation des populations camelines du Sahara septentrional algérien. Evaluation de la productivité et valorisation des produits	4
3-3. Thèse O. BEKHIR : Caractérisation des populations camelines du Sahara septentrional algérien. Evaluation de la productivité et valorisation des produits	4
3-4. Thèse de Nouredine SLIMANI : Impact du comportement alimentaire du dromadaire sur la préservation des parcours du Sahara septentrional algérien	4
3-5. Présentation d'une conférence.....	5
3-6. Remarques pour conclure	5

ANNEXES

ANNEXE 1 - Calendrier de la mission	7
ANNEXE 2 - Liste des publications	11
ANNEXE 3 - Article « Phénotypes »	17

1 - RAPPEL DES OBJECTIFS DU PROJET TASSILI

L'objectif du projet avait été rappelé dans les rapports précédents, et consiste à évaluer l'impact des systèmes d'élevage camelin sur l'environnement désertique et son rôle dans la sécurité alimentaire du Sahara Septentrional algérien. Pour ce faire, trois objectifs spécifiques avaient été proposés :

- Inventorier et évaluer la qualité des ressources naturelles disponibles pour l'élevage camelin
- Décrire les usages sociaux des parcours et leurs contraintes
- Analyser les voies de valorisation des produits issus de l'élevage camelin (mise en place des filières, avec un accent particulier sur la filière lait).

Pour répondre à ces objectifs, plusieurs études complémentaires ont été mises en œuvre depuis le début du projet, notamment au travers de travaux de thèse. Toutefois, des réajustements ont dû être opérés afin de s'adapter aux niveaux de compétences des doctorants et aux contraintes de terrain.

(i) Inventaire et qualification des ressources des parcours utilisés par les dromadaires (analyse du potentiel)

- a. Relevé spatialisé des ressources sur la base d'images satellitaires et de relevés de terrain (travaux d'A. Chehma)
- b. Analyse des dynamiques des ressources et des relevés en cours notamment dans la région de Tindouf (thèse de M. M'Hamed Bouallala)
- c. Evaluation de la dissémination par les camelins des graines par leurs fèces (thèse de Mme H. Trabelsi).

(ii) Usage et contraintes d'usage des parcours destinés à l'alimentation des dromadaires et gestion de l'espace par les éleveurs camelins (utilisation du potentiel)

- a. Typologie des élevages camelins dans la zone d'étude
- b. Enquête sur les règles d'usage des parcours et les relations entre acteurs de l'espace (thèse de Y. Bensamouane)

(iii) Evaluation de la productivité animale sur parcours et de la valorisation des produits camelins (valorisation du potentiel)

- a. Evaluation de la biodiversité caméline (thèse d'Amor Oulad-Bekhir)
- b. Analyse de l'organisation des filières des produits animaux d'origine caméline

2 - RESULTATS ACQUIS

Pour faire court, les principaux résultats acquis peuvent être résumés en 5 points :

2-1. La caractérisation nutritive des parcours sahariens

Malgré le degré d'aridité croissant de la zone saharienne, il existe un potentiel floristique marqué d'une part par une certaine biodiversité écologique, et par un potentiel nutritif essentiellement valorisable par le cheptel camelin du fait de la lignification importante de ces ressources. Toutefois, la valeur protéique est relativement faible (entre 4 et 12% de la MS) et tout développement des productions camélines semi-intensives (par exemple

le lait) ne pourra se faire qu'en s'appuyant sur une alimentation complémentaire à base de concentrés.

2-2. La détermination du régime alimentaire du dromadaire à travers les épidermes de ses fèces

La difficulté classique en zone pastorale extensive est de bien connaître le régime alimentaire des animaux. Au travers de l'analyse des épidermes retrouvés dans les fèces, on peut déterminer avec une assez bonne précision, la nature qualitative de la ration des dromadaires au pâturage. Il est remarquable que cet animal s'adapte bien aux écosystèmes désertiques du fait de la diversité des ressources pâturées (au moins une trentaine d'espèces) et de la stabilité de cette diversité au cours des saisons ce qui le distingue des autres ruminants qui valorisent un nombre plus restreint d'espèces de plantes et liées à des saisons bien déterminées.

2-3. Le rôle du dromadaire dans la préservation du couvert floristique de ses parcours

Au travers de l'analyse des graines retrouvées dans les fèces de dromadaire, tant du point de vue de la diversité floristique que du pouvoir germinatif avant et après transit intestinal, on a pu identifier environ 35 types de graines intacts dans les matières fécales capables de régénérer le couvert floristique, ce qui montre l'intérêt de l'élevage camelin pour la dissémination des plantes à vocation fourragère, et pour leur préservation contre les aléas climatiques en maintenant leur pouvoir germinatif jusqu'à ce que les conditions favorables surviennent.

2-4. La caractérisation phénotypique des principales populations camelines algériennes

Les mensurations de plusieurs centaines d'animaux appartenant à plusieurs types décrits traditionnellement, ont permis d'établir une classification phénotypique distinguant 3 groupes homogènes appartenant aux populations Targui et Sahraoui. Par ailleurs, les résultats génotypiques réalisés en partenariat avec la Faculté de Vienne (Autriche) n'ont révélé aucune différence entre ces deux populations témoignant de l'homogénéité de la population caméline en Algérie.

2-5. Les changements dans l'usage des parcours

On observe des mouvements moins amples (en fonction des années) et plus rapides des troupeaux camelins, le plus souvent associés aux ovins. Cependant, le système de divagation (h'lmil) reste prépondérant en dépit d'une tendance à la semi-intensification en vue d'une production de lait pour répondre aux besoins urbains de la zone.

3. ETAT D'AVANCEMENT DES THESES

Un comité de thèse a été réuni lors de mon passage pour les 4 thèses en cours. Les doctorants ont présenté leurs travaux, l'état des lieux et les résultats principaux.

3-1. Thèse de Mlle Hafida TRABELSI : Rôle du dromadaire dans la régénération et la prolifération de la couverture floristique des parcours du Sahara septentrional algérien.

Ce travail est à mi-parcours et a donné déjà des résultats encourageants. La doctorante est très active, très rigoureuse et est de loin la plus compétente des

doctorants impliqués dans le projet. Il s'agit dans le cadre de ce travail de montrer en quoi le transit intestinal chez le dromadaire est favorable au pouvoir germinatif des graines (ou non) et en quoi le dromadaire joue un rôle positif dans la dissémination des graines.

Au cours de la mission, un comité de thèse a eu lieu (en présence d'A. CHEHMA et A. SENOSSI) afin d'orienter le travail à réaliser. Les résultats acquis pourraient déboucher sur des travaux de modélisation (modèle à compartiments basés sur la probabilité d'augmentation du pouvoir germinatif entre la diffusion directe et la diffusion après transit intestinal). Des études comparatives avec les ovins peuvent être envisagées afin de tester l'avantage ou non du dromadaire dans le processus de diffusion des graines. Actuellement deux articles sont publiés (voir liste en annexe).

3-2. Thèse O. BEKHIR : Caractérisation des populations camelines du Sahara septentrional algérien. Evaluation de la productivité et valorisation des produits

M. Bekhir a collecté un assez grand nombre d'échantillons de sang envoyé à Vienne (Autriche) à l'*Institute of Population Genetics and Research Institute of Wildlife Ecology, University of Veterinary Medicine* auprès du Dr Burger qui a en charge un important projet international sur le génotypage de l'espèce cameline. Les résultats ont montré une absence de variabilité génotypique. Toutefois, sur le plan des phénotypes, une étude a été menée montrant une « typologie » des conformations montrant un certain lien avec l'origine géographique des animaux. Un article est accepté dans *Emirates Journal of Food and Agriculture*. Concernant, l'étude filière, les données existent et sont collectées, mais la formulation conceptuelle est laborieuse. La thèse devra être soutenue en 2013. Pendant mon séjour, une journée complète a été consacrée au traitement des données incluant l'analyse des informations sur les marchés de viande et la production laitière.

3-3. Thèse Y. BENSAMOUANE : Usage et contraintes d'usage des espaces pastoraux du Sahara septentrional algérien : gestion et aménagement – cas de la région du M'Zab

Cette étude a compris 2 volets : (i) une typologie des SE initialement sur la base de l'usage des parcours mais qui dans les faits relève plus d'une typologie structurelle, et qui devrait être mise en relation avec les occupations spatiales; (ii) un travail d'analyse sur les usages sociaux des parcours, pas encore aboutie. Une centaine d'enquêtes ont été réalisées sur les pratiques d'élevage et l'utilisation des parcours. Les données ont été analysées lors de mon séjour. La première typologie réalisée pourrait faire l'objet d'un article. La thèse devra être soutenue également en 2013. Pendant le séjour, une analyse des données de pratique et de la structure des troupeaux a été réalisée.

3-4. Thèse de Noureddine SLIMANI : Impact du comportement alimentaire du dromadaire sur la préservation des parcours du Sahara septentrional algérien.

Démarrée en 2009, cette thèse s'est greffée sur le projet du fait de ses objectifs en phase avec ceux de l'ensemble des activités déjà menées. Les travaux préliminaires montrent les différences observées selon la nature des plantes consommées par les

animaux (poids des bouchées, quantités ingérées, etc...). Les résultats méritent cependant une meilleure présentation, ce qui a été discuté lors de mon séjour.

3-5. Présentation d'une conférence

A la demande des partenaires algériens, une conférence de près de 3 heures a été présentée sur « comment rédiger un article scientifique ». Il s'avère en effet, qu'il y a un manque cruel de savoir-faire de la part des étudiants et du corps professoral pressé par les instances académiques pour publier leurs travaux. En tant que membre du Comité éditorial de la revue EMVT, je reçois justement beaucoup d'articles scientifiques de qualité tant sur le fond que sur la forme, très médiocre. Il y a donc urgence a donné aux partenaires quelques règles de rédaction. La conférence a été suivie par au moins 200 personnes de l'Université, étudiants et professeurs, et de nombreuses questions ont émaillé le débat qui a suivi la conférence. Très suivie, la conférence et les échanges qui ont suivi ont été amplement appréciés.

3-6. Remarques pour conclure

Mise à part les travaux réalisés par Mlle Trabelsi, les thèses en cours s'avèrent laborieuses, les postulants attendant trop que le chef du projet fasse le travail à leur place. Le travail de collecte des données sur le terrain a bien eu lieu, mais on peut observer un blocage à la fois sur la valorisation des données et la rédaction, ce qui en soi, est assez classique avec les partenaires du Sud. Concernant la formalisation des thèses prévues dans le cadre du projet Tassili, trois remarques peuvent être faites :

1. L'objectif d'évaluer l'impact de l'élevage camelin sur l'environnement saharien ne sera que partiellement atteint au moins dans le temps imparti du projet, notamment car les aspects concernant l'analyse des changements d'usage des parcours ont été faiblement abordé dans la thèse de Y. Bensamouane et les données collectées ne permettront pas d'apporter un éclairage original sur la question ;
2. L'étude de la biodiversité caméline a donné des réponses concluant en fait à l'absence de réelle variabilité génétique des types (plutôt que des « races ») de dromadaire.
3. L'analyse des filières lait et surtout viande est franchement insuffisante même si quelques données sur les marchés et sur la production sont disponibles et ont été analysées lors de mon séjour.

Toutefois, pour garder une note optimiste, le partenariat ne s'arrêtera pas avec la fin du projet TASSILI, ne serait-ce que parce que les thèses ne seront soutenues qu'en 2013 et que les contacts sont maintenus. Il reste donc une marge de progrès possible. C'est à la fin des thèses qu'un réel bilan scientifique pourra être tiré.

ANNEXES

- 1 - Calendrier de la mission**
- 2 - Liste des publications**
- 3 - Article « phénotypes »**

ANNEXE 1

CALENDRIER ET PERSONNALITES RENCONTREES

CALENDRIER ET PERSONNALITES RENCONTREES

Dimanche 14 Octobre

- Départ de Riyadh
- Arrivée à Alger)

Lundi 15 Octobre

- Arrivée à Ouargla via TOGGOURT
- Discussion avec Prof. Siboukheur
- Préparation des dossiers administratifs pour les 3 stagiaires prévus

Mardi 16 Octobre

- Réunion des comités de thèses de A. OULED BEKHIR, Y. BENSEMAOUANE, H. TRABELSI et Bouallala M'HAMED
- Préparation powerpoint « rédaction d'article scientifique ».

Mercredi 17 Octobre

- Présentation de la conférence « rédaction d'un article scientifique
- Traitement des données de Y.BENSEMAOUANE

Jeudi 18 Octobre

- Entretien avec la doyenne de la faculté des sciences (Mme Samia BISSATI)
- Traitement des données d'Ouled BEKHIR (données phénotypes)
- Poursuite du traitement des données (sur les filières)

Vendredi 19 Octobre

- Rédaction du rapport de mission
- Visite du souk de bétail de Ouargla
- Fin de l'analyse des données d'Ouled BEKHIR
- Départ pour Riyadh via Paris

Samedi 20 Octobre

- Retour à Riyadh

Dimanche 21 Octobre

- Arrivée à Al-Jouf

ANNEXE 2

LISTE DES PUBLICATIONS

Liste des publications

Liste des publications communes dans des revues internationales (auteurs, titre, journal, année)

1. **Chehma A., Faye B** : Facultés digestives du dromadaire face aux contraintes alimentaire du milieu saharien. *Revue des Bio Ressources* ; Vol. 1, N° 1, 2011. 26-30.
2. **Senoussi A., Chehma A., Bensemaoune Y** : La steppe algérienne à l'aube du IIIème millénaire : quel devenir ? *Annales des Sciences et Technologie*. 3 (2).2011 :127-138.
3. **Bouallala M., Chehma A** : Biodiversité et palatabilité des plantes des parcours camelins a Talh « *Acacia raddiana* » dans la région de Tindouf (Algérie). *Revue des Bio Ressources* ; ISSN : 2170-1806 ; Vol. 1, N° 2, 2011. 55-65.
4. **Chehma A., Faye B., Bastianelli D.**: Valeurs nutritionnelles des plantes vivaces des parcours sahariens algériens pour dromadaires. *Fourrages*, 204, 2010, 263-268.
5. **Bouallala M, Chehma A.** et Bensetti M: Chemical composition variability of main grazed plant by the dromedary in the South western of Algeria. *Livestock Research for Rural Development*. Volume 23, Article #107. Retrieved May 2, 2011, from <http://www.lrrd.org/lrrd24/8/laam24134.htm>
6. **Trabelsi Hafida, Chehma Abdelmadjid, Senoussi Abdelhakim and Faye Bernard**: The Contribution of the Dromedary in the Spontaneous Plant Seeds Transfer in the Northern Algerian Sahara. *Journal of Life Sciences*, Volume 6, (3), 2012: 300-303
7. **Oulad Belkhir A., Chehma A. and Faye B.**: Phenotypic variability of two principal Algerian camel's populations (Targui and Sahraoui). *Emirates Journal of Food and Agriculture*. (sous presse)
8. **Laameche F., Chehma A** - Technical and economic study of the feeding practice of dairy camels in intensive breeding system; Case of the region of Ghardaia (Northern Algerian Sahara).. *Livestock Research for Rural Development*. Volume 24, Article #134. Retrieved August 2, 2012, from <http://www.lrrd.org/lrrd24/8/laam24134.htm>

Liste des colloques et/ou séminaires organisés

- **Avec actes publiés**
Atelier sous régional sur "***l'effet des changements Climatiques sur l'élevage et la gestion durable des parcours dans les zones arides et semi-arides du Maghreb***" (UKMOuargla, CIRAD, FAO). Ouargla-Algérie, du 21 au 24 novembre 2011.
Url des actes : [http://www.ouargla-univ.dz/Pagesweb/Press Universitaire/doc/actes%20colloques/snv/Proceeding_Workshop%20Changements%20climatiques%20et%20elevation.pdf](http://www.ouargla-univ.dz/Pagesweb/Press%20Universitaire/doc/actes%20colloques/snv/Proceeding_Workshop%20Changements%20climatiques%20et%20elevation.pdf)

Liste des communications orales

- **Avec actes publiés**
 1. **Chehma A. et Faye B.** : Stratégie de valorisation des ressources alimentaires de l'écosystème saharien par le dromadaire. Séminaire International sur la Protection et Préservation des Ecosystèmes sahariens. «1ECO-SYS09 » Ouargla, les 13, 14 et 15 Décembre 2009.

2. **Chehma A.** : Le Sahara en Algérie, situations et défis. Atelier sous-régional sur « L'effet du changement climatique sur l'élevage et la gestion durable des parcours dans les zones arides et semi-arides du Maghreb », Ouargla 21-24 Nov. 2011
 3. **Chehma A.** : Caractéristiques floristiques et nutritionnelles faces aux variations climatiques. Atelier sous-régional sur « L'effet du changement climatique sur l'élevage et la gestion durable des parcours dans les zones arides et semi-arides du Maghreb », Ouargla 21-24 Nov. 2011
 4. **Faye B, Konuspayeva G.** Valorisation des produits camelins dans les zones désertiques: un atout essentiel pour la sécurité alimentaire. Atelier sous-régional sur « L'effet du changement climatique sur l'élevage et la gestion durable des parcours dans les zones arides et semi-arides du Maghreb », Ouargla 21-24 Nov. 2011
 5. **Faye B.** Le rôle de l'élevage dans la lutte contre la pauvreté. Eléments de réflexion. Atelier sous-régional sur « L'effet du changement climatique sur l'élevage et la gestion durable des parcours dans les zones arides et semi-arides du Maghreb », Ouargla 21-24 Nov. 2011
 6. **Senoussi A.,** Les systèmes pastoraux sahariens en Algérie ; quel état pour quel devenir ? Atelier sous-régional sur « L'effet du changement climatique sur l'élevage et la gestion durable des parcours dans les zones arides et semi-arides du Maghreb », Ouargla 21-24 Nov. 2011
- **Sans actes publiés**
1. **CHEHMA A. et FAYE B.** : Disponibilités fourragères des parcours camelins du Sahara septentrional algérien. Le Deuxième Séminaire Méditerranéen, Les Pâturages, Alimentation et Santé du Cheptel Centre Universitaire d'El- Tarf les 12 et 13 Octobre 2009.

Liste des communications sous formes d'affiches

- **Avec actes publiés**
1. **Chehma A. Et Faye B.:** Spatial and seasonal variation of chemical composition of desert plant and camel faeces. The Second Conference of the International Society of Camelid Research and Development (ISOCARD). Djerba (Tunisia): 11th-14th March, 2009.
 2. **Chehma A, Amira N, Trabelsi H et Faye B :** Floristic diversity of the camel diet in Northern Algerian Sahara. 3rd Conference of International Society of Camelids Research and Development (ISOCARD). Sultan Qaboos University, Sultanate of Oman Muscat, 29th January-1 February 2012.
 3. **Trabelsi H., Chehma A., Senoussi A., Faye B.,** The role of the camel in the preservation of the flora covered rangeland. Proc. 3rd ISOCARD conference (E.H. Johnson et al., Eds), 29th January -1st February, 2012, Mascate (Sultanate of Oman), 344-345
 4. **Oulad Belkhir A., Hadjadj A., Bouziane A., Chehma A., Faye B.,** Caractérisation des populations camelines du Sahara septentrional algérien. Evaluation de la productivité et valorisation des produits. Atelier sous-régional sur « L'effet du changement climatique sur l'élevage et la gestion durable des

parcours dans les zones arides et semi-arides du Maghreb », Ouargla 21-24 Nov. 2011

5. **Bouallala M. Et Chehma A.** Les Parcours Camelins a *Acacia raddiana* : Diversité floristique et Appétibilité. Atelier sous-régional sur « L'effet du changement climatique sur l'élevage et la gestion durable des parcours dans les zones arides et semi-arides du Maghreb », Ouargla 21-24 Nov. 2011
6. **Bensemaoune Y., Senoussi A., Faye B.** Les Parcours Sahariens : Contraintes Majeures et Processus de Dégradation. Cas de la Région de Ghardaïa - Atelier sous-régional sur « L'effet du changement climatique sur l'élevage et la gestion durable des parcours dans les zones arides et semi-arides du Maghreb », Ouargla 21-24 Nov. 2011
7. **Trabelsi H., Chehma A., Senoussi A.,** Rôle du dromadaire dans le transfert et la germination des graines des plantes spontanées du Sahara septentrional algérien. Atelier sous-régional sur « L'effet du changement climatique sur l'élevage et la gestion durable des parcours dans les zones arides et semi-arides du Maghreb », Ouargla 21-24 Nov. 2011.

Liste des masters et/ou doctorats soutenus

TRABELSI Hafida.., «Rôle du dromadaire dans le transfert de graines des plantes spontanées du Sahara Septentrional Algérien », Mémoire de Magister, Spécialité : Ecologie Saharienne et Environnement, Département des Sciences de la Nature et de la Vie, Faculté des Sciences de la Nature et de la vie et Sciences de la Terre et de l'Univers, Université Kasdi Merbah - Ouargla. Algérie, 165p soutenu en Octobre 2010

Doctorats encore en cours

Nom et Prénom du postulant : **Oulad Belkhir Amor**

Intitulé de la thèse : Caractérisation des populations camelines du sahara septentrional algérien. Evaluation de la productivité et valorisation des produits.

Nom et Prénom du postulant : **Bensamouane Youcef**

Intitulé de la thèse : Usage et Contraintes d'Usage des Espaces Pastoraux du Sahara Septentrional Algérien ; Gestion et Aménagement.

ANNEXE 3

ARTICLE « PHENOTYPES »

Phenotypic variability of two principal Algerian camel's populations (Targui and Sahraoui) of.

Oulad Belkhir A¹., Chehma A¹. and Faye B².

1. Université KASDI MERBAH Ouargla. Laboratoire Bioresources Sahariennes: Préservation et Valorisation. Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie et Sciences de la terre et de l'Univers (Algeria)
2. CIRAD-ES Montpellier (French).

Abstract.

The camel population and its phenotype variability are not well described in Algeria. The studies at the colonial period were based primarily on a nomenclature associated with the names of tribes rather than the measurement of phenotypic parameters. The present study aimed to define the discriminating parameters of the two main populations described in Algeria, namely the Sahraoui and the Targui breed. An initial analysis was achieved for each population (95 Targui and 95 Sahraoui) to demonstrate an internal variability in each group that includes two to three subpopulations. A second analysis was focused on two populations combined. From the measurements of 190 adult animals, attached to one or the other population, a canonical discriminant analysis was applied to determine the most discriminant parameters, (abdominal circumference, chest circumference, height at withers and spiral tower) and to evaluate the percentage of classified assets. These four parameters were sufficient to distinguish the two populations with 98.5% camels well classified. For each of the populations and subpopulations, standard body measurements are proposed.

Keywords: Algeria/ body measurements / discriminant analysis / dromedary / phenotype.

Introduction

In Algeria, the Sahara covers more than 85% of the total area. The dromedary is the only species capable to valorize this desert ecosystem (Chehma and al, 2008). The total number of the camels is estimated by the Ministry of Agriculture in 2010 to more than 300.000 heads. Algerian camel populations are poorly described and the only indications were based on studies performed at the colonial period (Cauvet, 1925, Boué, 1946 and 1948). In fact, the nomenclature of these populations was more related to the names of tribes who breed them (Chambi, Targui, Reguibi...) than a distinction based on phenotypic characteristics.

Across the world, there were some reports done on the phenotypic diversity of camel populations, like those of Ishag et al (2011) in Sudan, Faye et al, (2011) and Abdallah and Faye (2012) in Saudi Arabia.

Moreover, the two main tribes known for camel breeding in Algeria were the Chaamba in the northern Sahara and the Touareg in the central Sahara, breeding camels type Sahraoui and Targui respectively, (Ben Aissa, 1988; Oulad Belkhir 2008).

Thus, our study aimed to identify the principal phenotypic characteristics of these two camel populations (Sahraoui and Targui) the most dominant in Algeria in order to report the eventual variability between and within populations.

MATERIALS AND METHODS

Study area

Our field investigations mainly involved two large Saharan regions known for the camel breeding in Algeria, which are: the Ouargla region (North-Western Sahara) and the region of Tamanrasset (Central Sahara).

Animals

The study of the two populations, Sahraoui and Targui, was focused on adult animals. The appreciation of their age was made on the basis of dentition. Therefore, 95 individus (males and females) were studied for each population and each region.

Measurements

On each animal, twelve (12) measurements were performed according to standard techniques (Marmet, 1983, Pagot, 1985, and Delaine Pagot, 1959), via a meter-ribbon, with the exception of the height at withers which was performed with toise. The different measurements performed on the animals were abdominal circumference (AC), heart girth (HG), the height at withers (HW), turn spiral (TS), the length of the head (LH), length of the neck (LN), the height at the hump (HH) and the length of the hind limbs (LHL).

Statistical analyses

Statistical analyzes included two stages, (i) an analysis of internal variability in each population (Sahraoui and Targui) and (ii) a comparative analysis to determine the variability between populations.

The analysis of internal variability included:

- The description of the mean and standard deviation for each of the body measurements,
- The correlations between different body measurements for each population (Pearson correlation),
- Automatic classification of each population to identify homogeneous sub-populations (hierarchical ascending classification),

The analysis of the variability between populations consisted of:

- Identifying the differences between body measurements (ANOVA)
- Identifying the most discriminating body measurements for both populations (method of stepwise discriminant analysis) and determine the percentage of well classified according the parameters retained by the discriminating model
- Performing an automatic classification of all two populations (k-means method)
- Establishing a contingency table between population (Targui or Sahraoui) and classes from the previous step and test the independence between population and classes by the Chi² test.

These analyzes were performed using the software XLStat (Addinsoft ©).

RESULTS

Differences in the body measurements between camel populations

Wither height, abdominal circumference, length of the head and neck were significantly greater in the Targui compared to Sahraoui (Table 1).

Table 1: Mean \pm standard deviation of body measurements of camel populations Sahraoui and Targui (in cm)

	Sahraoui	Targui
HW	1,781 \pm 0,119 ^a	1,922 \pm 0,187 ^b
HG	1,901 \pm 0,248 ^a	1,815 \pm 0,223 ^a
AC	1,638 \pm 0,199 ^a	2,200 \pm 0,258 ^b
HH	2,386 \pm 0,271 ^a	2,140 \pm 0,200 ^a
TS	2,285 \pm 0,238 ^a	2,286 \pm 0,302 ^a
LHL	1,745 \pm 0,165 ^a	1,977 \pm 0,265 ^a
LN	1,028 \pm 0,106 ^a	1,092 \pm 0,126 ^b
LH	0,500 \pm 0,047 ^a	0,521 \pm 0,051 ^b

a, b: the difference of letters on a line attests to a significant difference at P < 0.05

Correlations between the measurements

The correlations were generally positively significant between different measurements of the animal in the two populations, but more significantly in the Targui population which had, therefore, a better proportionality in its measurements (Table 2). The height at the withers and the spiral turn measurements appeared more correlated to the other measurements.

Table 2: Correlation matrix between the measurements in each population camel. The characters in bold are significant at $P < 0.05$

Sahraoui	HG	CT	CA	HB	TS	LMP	LC	LT
HG	1	0,333	0,433	0,267	0,597	0,717	0,394	0,483
CT	0,333	1	0,599	0,672	0,517	-0,056	0,457	-0,003
CA	0,433	0,599	1	0,676	0,487	0,202	0,512	0,113
HB	0,267	0,672	0,676	1	0,583	-0,024	0,375	0,016
TS	0,597	0,517	0,487	0,583	1	0,451	0,344	0,311
LMP	0,717	-0,056	0,202	-0,024	0,451	1	0,176	0,519
LC	0,394	0,457	0,512	0,375	0,344	0,176	1	0,293
LT	0,483	-0,003	0,113	0,016	0,311	0,519	0,293	1
Targui	HG	CT	CA	HB	TS	LMP	LC	LT
HG	1	0,736	0,642	0,792	0,584	0,332	0,571	0,623
CT	0,736	1	0,812	0,737	0,698	0,404	0,653	0,693
CA	0,792	0,737	1	0,782	0,720	0,452	0,632	0,664
HB	0,642	0,812	0,782	1	0,645	0,315	0,600	0,612
TS	0,332	0,404	0,315	0,452	1	0,596	0,539	0,497
LMP	0,584	0,698	0,645	0,720	0,596	1	0,692	0,658
LC	0,623	0,693	0,612	0,632	0,692	0,539	1	0,683
LT	0,571	0,653	0,600	0,664	0,658	0,497	0,683	1

Classification of the Sahraoui population

The hierarchical classification of the body measurements performed on the Sahraoui population has identified a clear partition in 3 different classes expressing 71.4% of the variance (Figure 1):

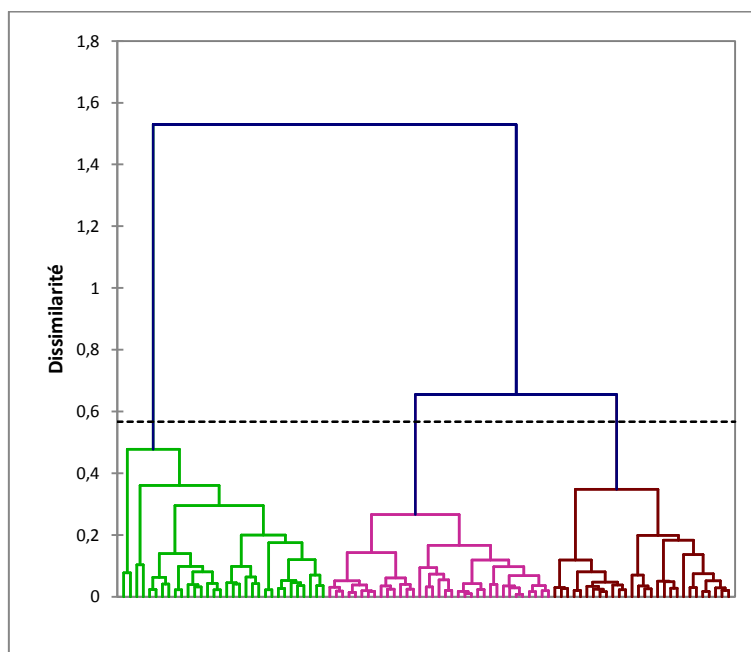


Figure 1: Hierarchical clustering of Saharaoui's dromedary based on their measurements

The three Sahraoui subpopulations could be described as follows (Table 3):

- A group of 32 animals rather large but with a lower thoracic and abdominal circumference and a shorter neck
- A group of 32 animals rather large but with a lower thoracic and abdominal circumference and a shorter neck
- A group of 28 dromedary to raise spiral turn, a large chest circumference but with a small head

Table 3: Mean body measurements of different classes of the Sahraoui population

classe	HW	HG	AC	TS	LN	LH
A	1,799 ^a	1,675 ^a	1,480 ^a	2,267 ^a	0,973 ^a	0,522 ^a
B	1,770 ^a	1,980 ^b	1,730 ^b	2,169 ^a	1,060 ^b	0,495 ^b
C	1,773 ^a	2,060 ^b	1,704 ^b	2,453 ^b	1,052 ^b	0,480 ^b

a, b: the difference of letters on a line attests to a significant difference at $P < 0.05$

Classification of the Targui population

The hierarchical classification of body measurements performed on the Touareg population identified a partition in 3 classes also clearly distinct and expressing 64.9% of the variance (Figure 2)

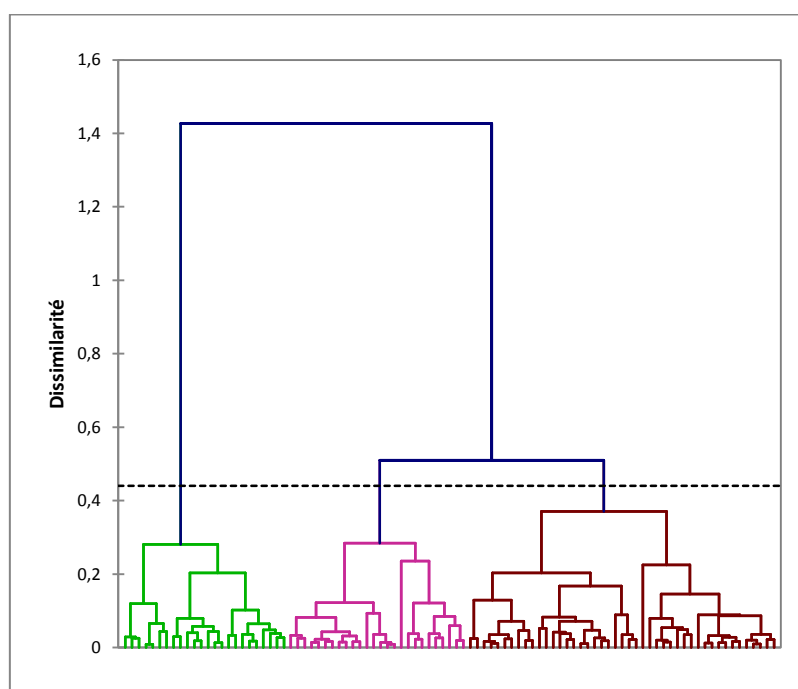


Figure 2: Hierarchical clustering of Targui's dromedary on the basis of their measurements

The analysis of variance applied to the three sub-populations indicates that they are distinguished as follows:

- A population of 26 camels of large size (HG, AC, TS, LN, LH large size),
- A population consisting of 45 animals with a long neck and long head but thoracic and abdominal circumferences less developed.
- A group of 24 dromedaries characterized by low turn spiral, a small head and neck of modest size. The thoracic and abdominal circumferences appeared intermediate.

Table 4: Mean measurement of the different classes of the population Targui

Classe	HW	HG	AC	TS	LN	LH
A	1,965 ^a	1,980 ^a	2,374 ^a	2,526 ^a	1,103 ^a	0,542 ^a
B	1,990 ^a	1,840 ^b	2,189 ^b	2,302 ^b	1,123 ^a	0,545 ^a
C	1,980 ^a	1,916 ^b	2,346 ^a	1,996 ^c	1,020 ^b	0,519 ^b

a,b,c the difference of letters on a line attests to a significant difference at $P < 0.05$

Parameters discriminating the 2 populations

The stepwise discriminant analysis identified the measures in order of importance in their discriminating power. In order, the most discriminant variables were: the abdomen circumference, the circumference of the chest, shoulder height and turn spiral. The addition of other measurements did not improve the discriminating power.

These four parameters were sufficient to distinguish the two populations with 98.5% of well-classified animals. The percentage of well-classified was identical in the two populations.

Confusion matrix

In the last step, it was conducted a global analysis of the whole camel population (190 individuals) by the method of k-means which classified individuals according to a random number of classes. The result gave five morphological types (classes of measurements) which were faced to the two populations Targui and Sahraoui. This global analysis confirmed the strong phenotypic dichotomy since the classes 1 and 2 respectively comprised 100 and 98.7% of Sahraoui camels population, and Class 3, 4 and 5 respectively congregating 95.6, 96.1 and 100% of Targui camel population (Figure 3).

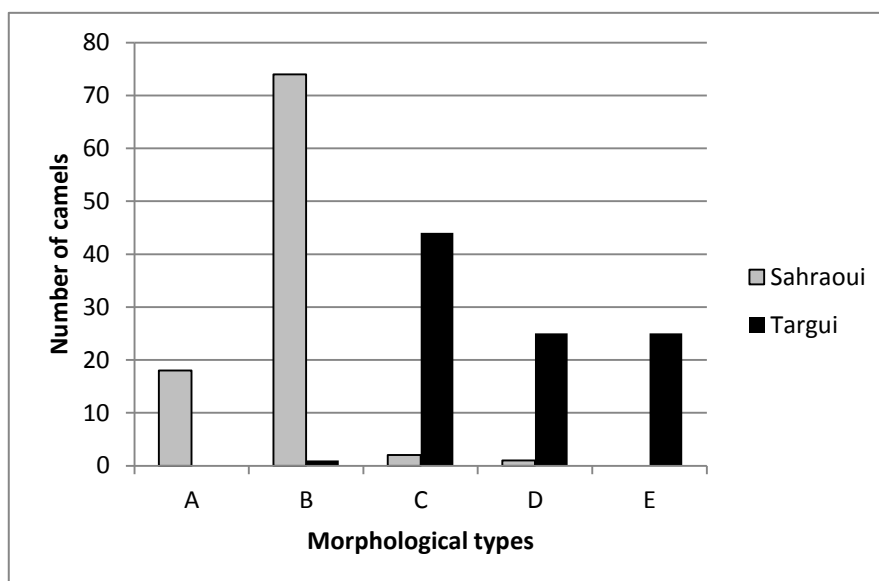


Figure 3. Distribution of morphological types among the camel populations Targui and Sahraoui.

These morphological types showed the following characteristics (Table 5):

- Type A: small morphology for all measurements
- Type B: the larger, medium-sized animals, with high thoracic perimeter, and low abdominal circumference and small head,
- Type C: large animal morphology for all dimensions,

- Type D: average size of animals in the neck long and well developed head,
- Type E: larger animals differing from the previous type by its thoracic perimeter and abdominal stronger but a spiral turn smaller

Table 5: Mean measurements in the different classes of the Algerian camel population (m)

	nb	HW	HG	AC	TS	LN	LH
typeA	18	1,670 ^d	1,543 ^d	1,367 ^d	2,010 ^c	0,906 ^d	0,493 ^c
typeB	75	1,801 ^c	1,992 ^a	1,691 ^c	2,325 ^b	1,057 ^{b,c}	0,499 ^c
typeC	46	2,031 ^a	1,981 ^a	2,367 ^a	2,511 ^a	1,132 ^a	0,548 ^a
typeD	26	1,911 ^b	1,761 ^c	2,080 ^b	2,265 ^b	1,086 ^b	0,539 ^{a,b}
typeE	25	1,964 ^b	1,871 ^b	2,313 ^a	1,976 ^c	1,022 ^c	0,518 ^b

a,b,c,d : the difference of letters on a line attests to a significant difference at $P < 0.05$

It appears from these results a clear phenotypic difference between Sahraoui and Targui populations. The first appearing smaller, skinny but relatively long (the spiral turn appears relatively long in some individuals) with a smaller head and a neck less developed (photo 1), the opposite of the Targui with larger dimensions (photo 2).



Photo 1: Dromedary of population **Sahraoui**

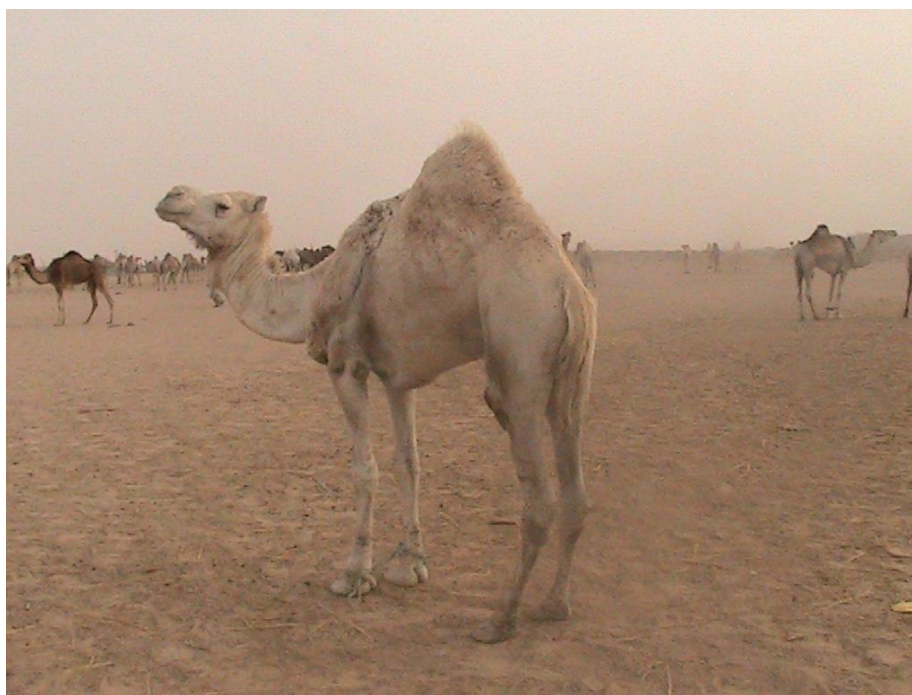


Photo 2: Dromedary of population Targui

Discussion

The coat color parameter, whitish in the Targui population, brown to dark brown in the Sahraoui, is not the only discriminating character. Our results based on measurements only, showed morphologies very well marked to classify over 98% of animals solely on the criteria of thoracic perimeter, abdominal perimeter, spiral turn and height at the withers. However, our results also showed that through phenotypic body measurements, the two studied populations (Sahraoui and Targui) were not homogeneous and morphological subpopulations for each of them were existing and were relatively distinct. This can be explained by the fact that these two populations have been named on the basis of their tribal affiliation and not on phenotypic parameters (Cauvet, 1925, Boue 1946 et 1948). These subpopulations may also be associated to a set of dietary practices, themselves related to the quality of rangeland whose influence on morphological development of animals was widely noted. Based on discriminant analysis of two populations, it appeared that the discriminating variables were especially those related to height (height at the withers) and the circumference of the body (abdominal circumference, chest circumference, and spiral turn). In fact, the Targui population is recognized as an animal higher and used especially as racing animal (especially animals with high thoracic perimeter and low abdominal perimeter) and riding, contrary to Sahraoui which is an animal rather more robust and heavier, used for packing and meat production (Ben Aissa, 1988 and Oulad Belkhir, 2008). However, this differentiation is therefore based on usage rather than on a reasoned selection scheme piloted by farmers. The relationship between morphology and a set of performances (production, growth, reproduction) obviously deserves to be deepened. Current studies based on tools of molecular genetics, should confirm or refute these results in order to clarify whether the observed phenotypic differences were based on genetically distinct populations, which, according to the preliminary results did not appear to be different (Burger, personal communication).

Conclusion

This work is a small contribution to the knowledge of the phenotypic variability of the two principal camel populations in Algeria. The results reported the existence of subpopulations even within each population. And the discriminant analysis direct us to the parameters related to the uses of these two populations. However, for further refining this study, it is necessary to consider the performance characteristics (meat production, milk productivity and numerical productivity), with the perspective to lead to a kind of standards Algerian camel races.

Acknowledgment

The present work is the basis of project CMEP TSSILI No. 09mdu754 on "The impact of the camel breeding on the environment of the northern Sahara of Algeria".

References.

- Abdallah H. R. and B. Faye 2012. Phenotypic classification of Saudi Arabian camel (*Camelus dromedarius*) by their body measurements. Emirates J. Food Agric. 24(3): 272-280
- Ben Aissa R. 1989. Le dromadaire en Algérie. Option Méditerranéennes- Série Séminaire- (2). 19-28
- Boue A. : 1946. Le méhari Reguibi. Rev. Vétér. Mil., , (2) , 136- 144..
- Boue A. 1948 .The camels of the West Sahara. Les chameaux de l'ouest saharien. Rev. Elev. MBd. vet. Pays trop., N.S., 2 : 193-201.
- Cauvet (Cdt) .(1925) Le chameau. J.-B. Baillière, Paris , p. 388.
- Chehma A., B. Faye and M.R. Djebbar. 2008. Productivité fourragère et capacité de charge des parcours camelins du Sahara septentrional algérien", *Sécheresse*, 19, 2, 115-121.
- Faye, B., H. Abdallah, F. Almathen, B. Harzallah and S. Al-Mutairi. 2011. Camel biodiversity. Camel phenotypes in the Kingdom of Saudi Arabia, Camel Breeding, Protection and Improvement Center, project UTF/SAU/ 021/SAU, FAO Publ., Riyadh (Saudi Arabia), 78 p.
- Ishag, I. A., M. O. Eissa and M. K. A. Ahmed. 2011. Phenotypic characteristics of Sudanese camels (*Camelus dromedarius*). *Livestock Res. Rural Dev.* 23:99.
- Marmet R., 1983. La connaissance du bétail. Tome 1. Les bovins, 2nd éd. Paris, France, Technique et documentation.. 85-92.
- Pagot J., 1985 : L'élevage en pays tropicaux. Paris, France, Maison neuve et La rose /Agence de coopération culturelle et technique. Col. Techniques agricoles et productions tropicales. 372-375.
- Pagot J. and E R. Delain, 1959 . Etude biométrique de la croissance des taurins N'Dama. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 12. 405-416.
- Oulad Belkhir A., 2008 . Les systèmes d'élevage camelins en Algérie chez les tribus des Chaamba et Touareg. Mémoire de Magister. Université Kasdi Merbah – Ouargla.